

**Л. М. УЛЬЕВ**, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»;

**Е. В. КАРАТЕЕВА**, студентка НТУ «ХПИ»

## **ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ПРОЦЕССА АТМОСФЕРНОГО ДЕЛЕНИЯ НЕФТИ НА УСТАНОВКЕ ТИПА АВТ**

Актуальность данной темы состоит в том, что нефтепереработка является одной из ключевых составляющих в современной промышленности, но в тоже время является одним из самих энергоемких процессов, что влияет на себестоимость готовой продукции. Цель данного проекта заключается в исследовании блока атмосферного деления нефти на установке типа АВТ и определения всех технологических потоков для энергоинтеграции.

**Ключевые слова:** нефтепереработка, интеграция процесса, сеточная диаграмма, блок атмосферной перегонки нефти, технологические потоки, теплообмен.

**Введение.** Нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) являются крупнейшим потребителем топливно-энергетических ресурсов, в том числе котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии. Эффективность, рациональность их использования в процессах переработки нефти во многом определяется эффективностью работы технологического оборудования завода [1].

Повышение цен на энергию заставляет экономнее использовать энергоресурсы для уменьшения общих затрат. Поскольку на украинских НПЗ большая часть технологических установок строилась в 60-х и 70-х годах (когда экономии энергии на предприятиях не придавали значения) – энергопотребление в основных процессах нефтепереработки и нефтехимии на 30 – 60 % выше, чем в развитых странах [2]. Для удовлетворения современным требованиям существующие установки подвергаются реконструкции [1].

Установки атмосферно-вакуумной трубчатки (АВТ) являются основой всех НПЗ, так как вся сырая нефть проходит через эти установки. Поэтому особое внимание следует уделить повышению эффективности работы существующих АВТ и уменьшению удельных затрат на переработку нефти [3].

Одним из приоритетных направлений по эффективности энергосбережения НПЗ является увеличение использования вторичных

топливно-энергетических ресурсов, максимальное использование рекуперации теплоты и оптимизация режимов работы технологических установок [1]. Также очень эффективен метод пинч-анализа.

Метод пинч-анализа эффективен как при проектировании новых предприятий, так и при реконструкции уже работающих заводов. Использование метода пинч-анализа в среднем приводит к снижению энергии на 30 – 50 % [4].

**Построение задачи.** Для начала проектирования энергоэффективной теплообменной системы процесса атмосферного деления нефти на установке типа АВТ необходимо произвести экстракцию данных, построить сеточную диаграмму.

**Основной материал исследования.** Блок атмосферной перегонки нефти – важная часть в процессе деления нефти, куда поступает предварительно обессоленная нефть. За счет прохождения нескольких ректификационных колонн, входящих в блок, нефть делится на фракции.

**Описание технологической схемы и сбор необходимых данных.** На рис. 1 представлена технологическая схема блока атмосферного деления нефти.

Предварительно нагретая в кожухотрубчатых теплообменниках сырая нефть поступает на два последовательно расположенных электродегидрататора ЭД1 и ЭД2. Здесь нефть обессаливается и делится на два потока, один из которых смешивается с сырой нефтью, а второй поток поступает в печь П-1, где нагревается до 350 °С, а затем попадает в отбензинивающую колонну К-1.

Пары низкокипящего компонента с верха колонны попадают в конденсатор, где пар конденсируется и делится на три потока. Один поток поступает обратно в колонну, второй – на колонну К-3, а третий – на атмосферную колонну К-2.

В колонне К-3 компонент в процессе ректификации также делится на две составляющие. Пары с верха колонны охлаждаются в конденсаторе и часть сконденсированных паров поступает обратно в колонну, а часть в виде газа  $C_3$ – $C_4$ . С низа колонны выходит кубовый

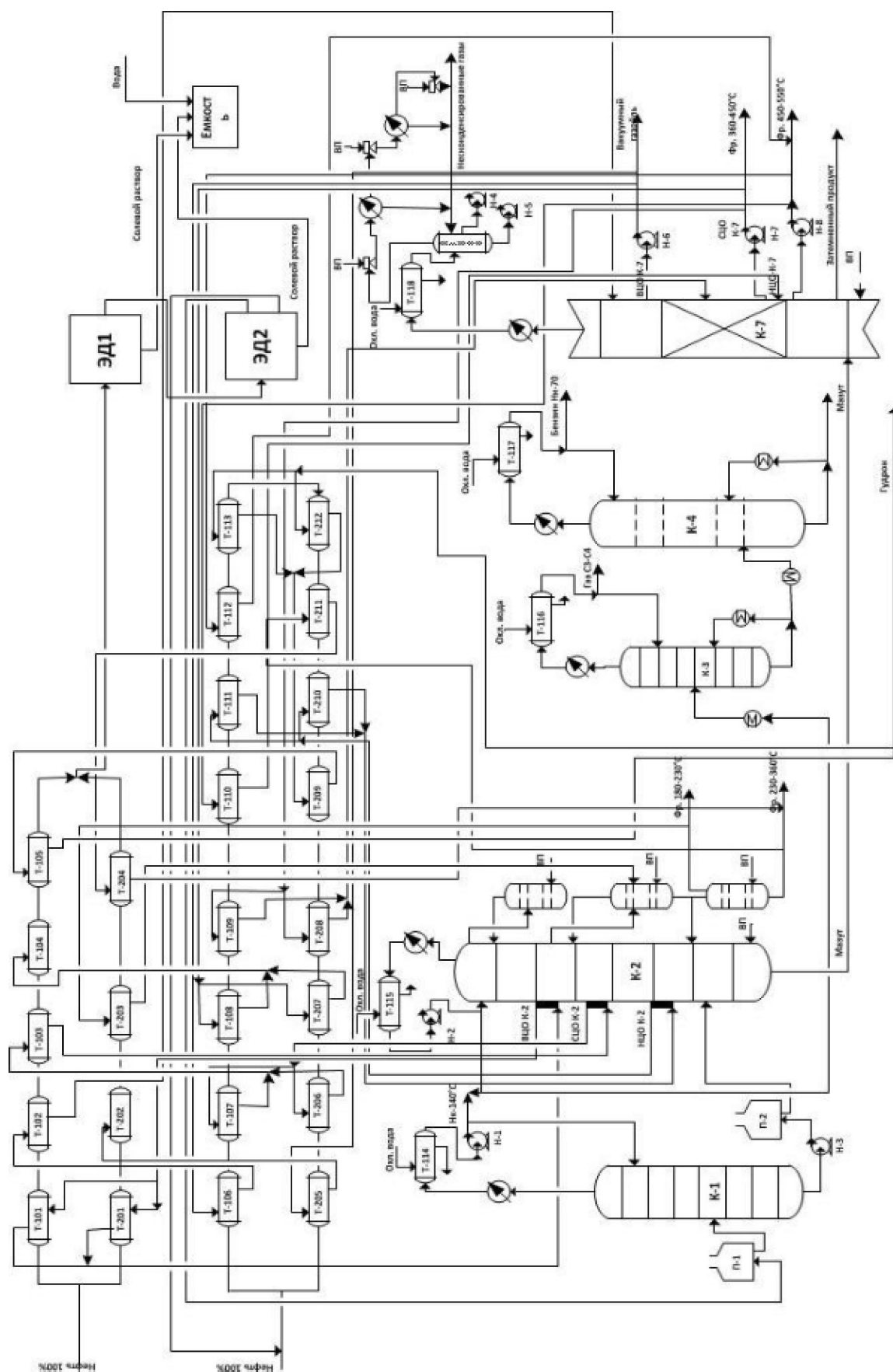


Рис. 1 – Технологическая схема процесса атмосферного деления нефти на установке типа АВТ

остаток, часть которого обратно возвращается в колонну К-3, а часть поступает в колонну К-4.

В колонне К-4 в результате ректификации выделяется еще одна фракция – Бензин Нк-70.

Отбензиненная нефть из низа колонны К-1 прокачивается через печь П-2, где нагревается до 380 °С и поступает в атмосферную колонну К-2.

Частично отбензиненная нефть в процессе ректификации в атмосферной колонне К-2 делится на четыре фракции: низкокипящий компонент, который циркулирует обратно в колонну, фракция 180–230 °С, фракция 230–360 °С и мазут.

Мазут далее поступает на вакуумную колонну К-7, где делится еще на 5 фракций: несконденсированные газы, вакуумный газойль, фракция 350–450 °С, фракция 450–550 °С и затемненный продукт.

В колонне К-2 для снятия тепла и конденсации пара над зоной отбора целевых продуктов происходит подача трех циркуляционных орошений:

- верхнее циркуляционное орошение – под отбором фракции 130–180 °С;
- среднее циркуляционное орошение – под отбором фракции 180–230 °С;
- нижнее циркуляционное орошение – под отбором фракции 230–360 °С.

В вакуумной колонне К-7 также имеется три циркуляционных орошения:

- верхнее циркуляционное орошение К-7 – под отбором вакуумного газойля;
- среднее циркуляционное орошение – под отбором фракции 360–450 °С.
- нижнее циркуляционное орошение – под отбором фракции 450–550 °С.

Таблица 1 – Характеристика технологических потоков процесса атмосферного деления нефти

№	Название потока	Тип	$T_s$ , °C	$T_T$ , °C	M, кг/с	$C$ , кДж/ (кг·K)	$CP$ , кВт/ K	$\Delta H$ , кВт	$\alpha$ , кВт/ (м <sup>2</sup> ·K)
1	Верхнее циркуляционное орошение К-2 10%	гор	150	50	6,84	4,57	31,28	3128,1	0,5
2	Верхнее циркуляционное орошение К-7 21,5%	гор	170	70	4,27	6,9	29,47	2947	0,5
3	Среднее циркуляционное орошение К-2	гор	220	120	8,78	14,15	124,2	12422,5	0,5
4	Среднее циркуляционное орошение К-7	гор	270	180	18,6	5	93	8370	0,5
5	Нижнее циркуляционное орошение К-2	гор	320	225	24	3,74	89,76	8527,71	0,5
6	Нижнее циркуляционное орошение К-7	гор	330	230	15,7	1,97	30,93	3092,58	0,5
7	Гудрон >550 °C	гор	340	160	55,86	2,7	150,8	27147,7	0,2
8	Фракция 180–230 °C	гор	200	65	8,78	2,1	18,43	248,9	0,5
9	Фракция 230–360 °C	гор	320	110	24	3,97	95,29	20010	0,4
10	Фракция 360–450 °C	гор	260	100	18,6	4,56	84,82	13570,5	0,4
11	Фракция 450–550 °C	гор	320	240	15,7	1,88	29,51	2361,04	0,3
12	Пар сверху К-1	гор	160	80	22,32	2,5	55,8	4464	0,7
13	Пар сверху К-2	гор	150	70	37,2	2,5	93	7440	0,7
14	Нефть до электродегидрат	хол	10	113,5	148,8	2,1	312,4	32341,6	0,3
15	Нефть после электродегидрат	хол	105	350	137,28	2,65	363,8	89130,9	0,3
16	Питание К-2	хол	350	380	51,63	2,9	149,7	4492,12	0,6

По измеренным температурам технологических потоков и их потоковым теплоемкостям мы определяем нагрузку каждого теплообменника. После определения тепловых нагрузок всех

теплообменников получили общую нагрузку, равной около 240 МВт. На рекуперацию идет 188 МВт, а на утилиты – 52 МВт.

**Выводы и перспективы дальнейшего развития данного направления.** В результате проведенного исследования технологической схемы атмосферного деления нефти на установке типа АВТ были экстрагированы необходимые данные о технологических потоках в схеме, построена сеточная диаграмма, рассчитана нагрузка на рекуперацию и утилитные установки. В будущем данные результаты могут послужить основой для интеграции этого процесса, анализа энергоэффективности и дальнейшей реконструкции процесса.

**Список литературы:** 1. *Бурдыгина Е.В.* Повышение энергоэффективности теплотехнического оборудования установок первичной переработки нефти. – Уфа, 2003. – 23 с. 2. *Ульев Л.М.* Определение энергосберегающего потенциала разделения ШФЛУ на центральной газофракционирующей установке / *Л.М. Ульев, С.А. Болдырев, Е.В.Поливода* // Вісник НТУ «ХПІ». 2009, № 40, – С. 21–32. 3. *Смит Р.* Основы интеграции тепловых процессов / *Р. Смит, Й. Клемеш, Л.Л. Товажнянский, П.А. Капустенко, Л.М. Ульев.* – М, 2004. – 458 с. 4. *Товажнянский Л.Л.* Теплоэнергетическая интеграция химико-технологических процессов – инструмент энергосбережения и уменьшение вредных выбросов / *Л.Л. Товажнянский, Л.М. Ульев* // Матеріали ІІІ Українського екологічного конгресу – К: Центр екологічної освіти та інформації, 2009, с. 193–197.

*Надійшла до редколегії 03.04.2013*

УДК 658.28:665.63:338.44

**Экстракция данных для интеграции процесса атмосферного деления нефти на установке типа АВТ / Л. М. Ульев, Е. В. Каратеева** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2013. – № 9 (983). – С. 131–137. – Бібліогр.: 4 назв.

Актуальність даної теми полягає в тому, що нафтопереробка є однією з ключових складових в сучасній промисловості, але ж в той же час є одним з самих енергоємних процесів, що впливає на собівартість готової продукції. Мета даного проекту полягає в дослідженні блоку атмосферного поділу нафти на установці типу АВТ і визначення всіх технологічних потоків для енергоінтеграції.

**Ключові слова:** нафтопереробка, інтеграція процесу, сіткова діаграма, блок атмосферної перегонки нафти, технологічні потоки, теплообмін.

Relevance of this topic is the fact that oil refining is one of the key components in today's industry, but at the same time is one of the most energy-intensive processes, which affects the cost of products. The aim of this project is to research the atmospheric block division of oil at the facility such as AVT and definition all technological streams that can be used for the heat integration.

**Keywords:** refining, process integration, heat-exchange network, atmospheric distillation unit, process streams, heat exchange.